

ELV-Scope-Multiplexer SMP 16

Dieses einfach und preisgünstig aufzubauende Gerät erlaubt das gleichzeitige Darstellen von bis zu 16 verschiedenen Signalverläufen auf einem normalen Einstrahl-Oszilloskop.

Allgemeines

Häufig lassen sich in der Digitaltechnik logische Abläufe nur anhand eines Timing-Diagramms verdeutlichen, welches den Verlauf mehrerer Signalpegel gleichzeitig wiedergibt. Die Erstellung derartiger Diagramme kann sowohl bei der Entwicklung als auch z. B. zwecks Fehlersuche erforderlich werden, ist aber mit einem einfachen Ein- oder Zweikanal-Oszilloskop mühsam und zeitraubend.

Der von ELV entwickelte Scope-Multiplexer „zaubert“ Ihnen nun gleichzeitig 8 oder sogar 16 Signalverläufe auf den Oszilloskop-Bildschirm und führt somit zu einer deutlichen Vereinfachung bei der Erstellung eines Timing-Diagramms. Dabei ist der Schaltungsaufwand relativ gering, und der Nachbau kommt insbesondere völlig ohne Abgleicharbeiten aus.

Der ELV-Scope-Multiplexer SMP 16

Der SMP 16 ist in einem platzsparenden micro-line-Gehäuse untergebracht und wird einfach vor den Y-Eingang des Oszilloskops geschaltet. Als Ausgang fungiert eine BNC-Buchse, während die insgesamt 16 Signal-Eingänge des SMP 16 über zwei 9polige Flachbandleitungen auf der Geräte-Rückseite herausgeführt sind. Die Lei-

tungsenden sind aufgetrennt und adersweise mit sehr anwenderfreundlichen Miniatur-Abgreifklemmen (beschriftbar) versehen, wobei die erste, schwarze Ader jeweils für den Anschluß der Signalmasse, die 8 weiteren farbigen Adern der Reihe nach für die Eingangssignale 1-8 bzw. 9-16 vorgesehen sind. Durch die Kleinheit der Klemmspitzen können sogar alle der bis zu 16 gleichzeitig abbildbaren Signalverläufe vom selben Logik-IC abgegriffen werden!

Die Amplitude der abgenommenen Signale wird über das Poti „Gain“ optimal angepaßt, wobei sich das Oszilloskop im Vertikal-Auflösungsbereich von 0,1 V/cm befinden soll (8-Kanal-Anzeige) bzw. im Bereich 0,2 V/cm (16-Kanal-Anzeige).

Die Triggerung erfolgt über den externen Triggereingang des Oszilloskops (erforderliche Einstellung: „extern“), dem ein geeigneter Grundtakt von der zu untersuchenden Schaltung zugeleitet wird. (Bei Zweikanal-Oszilloskopen kann dieses Signal auch in Kanal 2 eingespeist und auf diesen getriggert werden.)

Das SMP 16 erlaubt über Schiebeschalter die Umstellung zwischen 8 oder 16 gleichzeitig dargestellten, zeitgleichen Oszillogrammen, wobei die 16-Kanal-Darstellung zur besseren Überschaubarkeit in der Mitte, zwischen den 8 oberen und den 8 unteren Oszillogrammen, einen etwas

breiteren Zwischenraum aufweist.

Weiterhin bietet das Gerät über einen zweiten Schiebeschalter die Umschaltmöglichkeit auf Einzelkanal-Anzeige, in der, weitergeschaltet per Tastendruck, nacheinander alle 8 oder wahlweise 16 Signale darstellbar sind. Hier ist demnach, bei entsprechend vergrößerbarer Vertikalaufklärung, jedes Einzelsignal genau „inspizierbar“. Unterstützt wird der Anwender dabei vom Poti „Position“, mit dem sich auch noch die oberste oder unterste Signal-Linie genau in die Bildschirmmitte verschieben läßt.

Die Spannungsversorgung ist, über eine entsprechende Klinkenbuchse an der Geräte-Rückseite, durch ein Steckernetzteil (12 V) gewährleistet.

Funktionsprinzip

Sollen auf einem Oszilloskop-Bildschirm mehrere „Strahlen“ gleichzeitig dargestellt werden, so sind natürlich nicht wirklich verschiedene Strahlen vorhanden, sondern nach wie vor ein und derselbe Elektronenstrahl schreibt das gesamte Bild. Dennoch ergibt sich für den Betrachter der Eindruck von einzelnen, völlig eigenständig übereinander angeordneten Oszillogrammen der verschiedenen Meßsignale.

Erreicht wird dies durch eine geschickte Verknüpfung der unterschiedlichen Eingangssignale mit einem für den jeweiligen

Kanal vorgegebenen, stufenweise erhöhten Y-Spannungspegel. Der erste Eingangskanal wird daher einem recht niedrigen Y-Grundspannungspegel (d.h. hohe negative Spannung) überlagert, der zweite Kanal einem etwas höheren Pegel, so daß dessen Oszillogramm natürlich auch höher auf dem Bildschirm erscheint. Der Y-Grundpegel des dritten Eingangssignals liegt wiederum höher, und so fort. Man benötigt somit insgesamt eine treppenförmig verlaufende Y-Grundspannung mit 16 Stufen, wobei nach dem letzten Stufen-„Podest“ die Spannung sofort zum untersten zurückkehrt und der Vorgang erneut beginnt.

Dem waagerechten Teil jeder Stufe wird durch schnelle elektronische Zuschaltung das jeweils richtige Eingangssignal überlagert, so daß auf den untersten „Podest“ das Signal des ersten Kanals abgebildet wird, auf den nächsten das zweite Signal, und so fort. Aus den 16 Eingangssignalen werden durch diese Zuteilungs-Elektronik also jeweils Bereiche herausgeschnitten und auf

dem zugehörigen Stufenplateau abgebildet; diesen Vorgang nennt man „Chopper“ (engl.: „zerhacken“).

Damit allein ist nun aber noch nicht ersichtlich, wieso auf dem Oszilloskop sämtliche Signale komplett und gleichzeitig zu sehen sind, nicht aber eine Treppe mit merkwürdig „modulierten“ Stufenpodesten. Dieser Effekt könnte in der Tat auftreten; und zwar dann, wenn die Y-Treppenspannung in derselben Frequenz verläuft wie die Triggerung des Oszilloskops oder zu dieser ein einfaches Zahlenverhältnis besitzt. Es ist somit sehr wichtig, die Treppenfrequenz möglichst disharmonisch zur Triggerfrequenz zu wählen, denn dann beginnt der Strahl links an immer anderen Stellen der „Treppe“, und die aus einem bestimmten Kanal abgebildeten Signal-Segmente liegen seitlich an immer anderen Stellen des Bildschirms. Aufgrund der Trägheit von Auge und nachleuchtendem Bildschirm fügen sie sich zu einem scheinbar ununterbrochenen Linienzug des

betreffenden Kanals zusammen.

Durch diese asynchrone Verkämmung von Trigger- und Treppenfrequenz ist nach wenig mehr als den erforderlichen 16 Trigger-Durchgängen letztlich jeder Teil jedes Signalverlaufs irgendwann auf den Bildschirm gezeichnet worden und bewirkt durch Nachleuchten und Augen-Trägheit den geschlossenen Bildeindruck. Dabei darf die Treppenfrequenz übrigens durchaus auch geringer sein als die Triggerfrequenz, solange nur hinreichende Asynchronität gegeben ist.

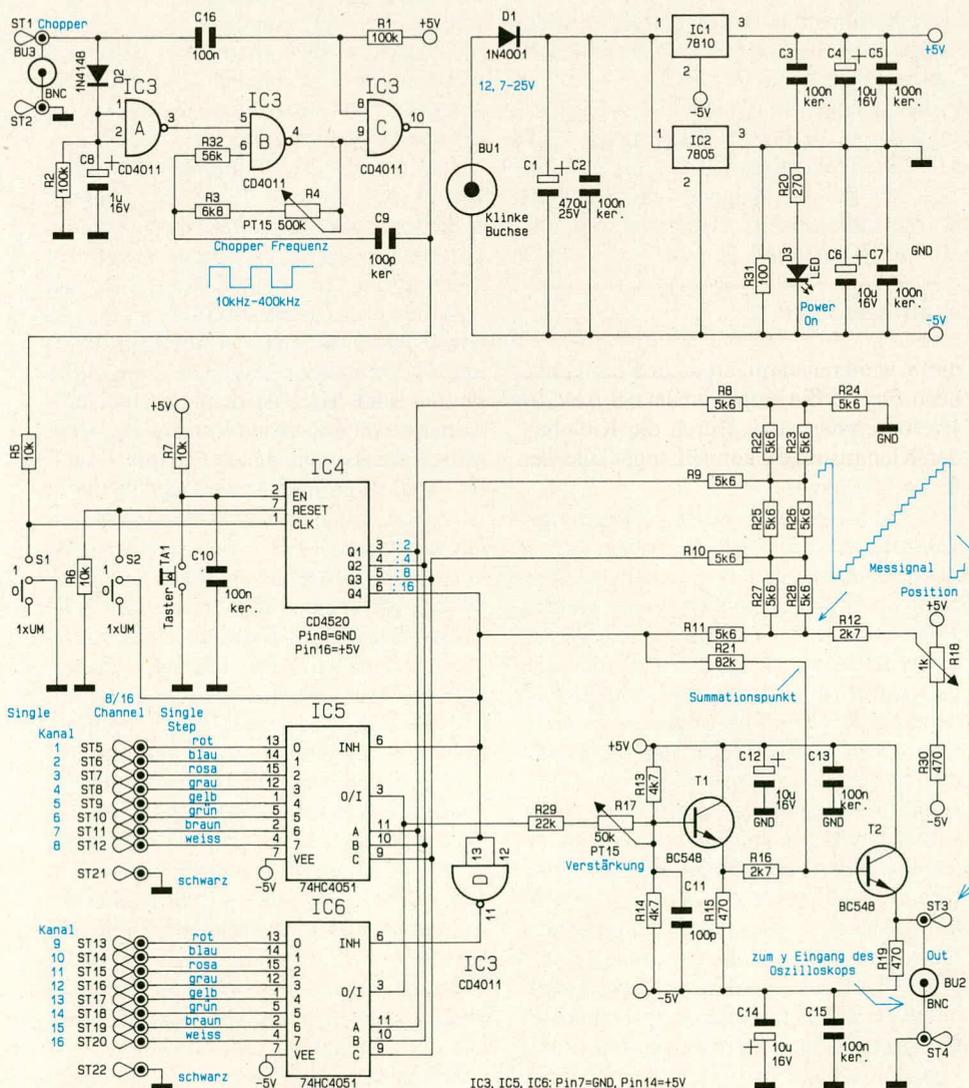
Da die Triggerfrequenz von der untersuchten Schaltung abhängt, darf der SMP 16 nicht mit fester Treppenfrequenz operieren, denn dann könnte von Fall zu Fall eine unzulängliche Asynchronität gegeben sein, die sich durch Flimmereffekte, unvollständige Bilder oder Helligkeitssprünge entlang der Signalverläufe auswirken würde. Das Gerät weist daher ein Poti zur bedarfsgerechten Verstimmung der Treppenfrequenz auf. Weiterhin bietet es über eine BNC-Buchse die Möglichkeit der externen Einspeisung der Chopper-Frequenz, wobei dann der interne Generator des SMP 16 automatisch gesperrt wird.

Zur Schaltung

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit dem Chopperszillator oben links im Schaltbild. Der eigentliche Oszillator ist mit den beiden Gattern IC 3 B und C aufgebaut und kann mit Hilfe des Potentiometers R 4 in der Frequenz zwischen ca. 10 kHz und 400 kHz variiert werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, an der Buchse BU 1 eine externe Chopperfrequenz zuzuführen. Sobald hier ein TTL-Signal anliegt, wird C 8 über D 2 auf den jeweiligen Spitzenwert der angelegten Signalspannung aufgeladen, über IC 3 A erfolgt daraufhin die Abschaltung des internen Oszillators, und die extern angelegte Frequenz wird über C 16, IC 3 C zum nachfolgenden Zähler durchgeschaltet.

Mit der vom Oszillator gelieferten oder der extern zugeführten Chopperfrequenz wird der synchrone 4-Bit-Binärzähler (IC 4) getaktet, so daß an den Ausgängen Q 1-Q 4 dieses ICs jetzt ständig die Binärzahlen 0 - 15 generiert werden. Mit Hilfe des nachgeschalteten R 2 R-Netzwerkes, bestehend aus R 8 - R 11 sowie R 21 - R 28, erfolgt eine Digital-Analog-Umsetzung des von IC 4 generierten 4-Bit-Binärwortes, so daß am Summationspunkt jetzt eine 16-stufige Treppenspannung zur Verfügung steht. Als Besonderheit ist hierbei noch zu erwähnen, daß durch R 21 (MSB) der Abstand zwischen der 8. und 9. Treppenstufe leicht vergrößert wird. Das sonst gleichmäßige 16-Kanal-Diagramm wird dadurch in zwei 8-Kanal-Blöcke aufgeteilt, was der



Komplette Schaltung des SMP 16. Oben rechts ist das Netzteil dargestellt.

besseren Orientierung auf dem Bildschirm dient.

Die so erzeugten 16 Nulllinien müssen noch mit dem zugehörigen Eingangssignal überlagert werden, damit das endgültig auf dem Bildschirm darzustellende Signal erhalten wird. Dazu wird synchron zur jeweiligen Treppenstufe der zugehörige Eingangskanal durch die beiden 8-Kanal-Analog-Multiplexer IC 5 und IC 6 durchgeschaltet.

Diese beiden ICs werden ebenfalls vom 4-Bit-Binärlzähler IC 4 angesteuert, so daß das zur jeweiligen Treppenstufe gehörende Eingangssignal jeweils an Pin 3 der beiden Analog-Multiplexer IC 5 und IC 6 anliegt. Dieses Meßsignal wird mit Hilfe des veränderbaren Spannungsteilers, bestehend aus R 29, Poti R 17 sowie R 13 und R 14, auf den erforderlichen Wert heruntergeteilt und auf die Basis der Pufferstufe T 1 gegeben. Die Dimensionierung des Basis-Spannungsteilers wurde so vorgenommen, daß im Normalfall (ohne Meßsignal) an der Basis des Transistors T 1 null Volt anliegt und somit über R 17, R 29 und den jeweils durchgeschalteten CMOS-Schalter gleichspannungsmäßig keine Rückwirkung auf den Eingang erfolgt. Das Poti R 17 dient zur Verstärkungsanpassung, so daß bereits Logiksignale unter 2 V optimal dargestellt werden können. Außerdem besteht dadurch die Möglichkeit, im Single-Step-Betrieb jeden einzelnen Kanal leicht vergrößert abzubilden.

Am Summationspunkt werden das Treppensignal vom R 2 R-Netzwerk, das Meßsignal über R 16 sowie eine Gleichspannungskomponente über R 12 zu einem Gesamtsignal addiert. Die Dimensionierung wurde so vorgenommen, daß 16 Kanäle auf einem 8 cm-Schirm im 0,2 V/cm-Bereich optimal abgebildet werden.

Steht zur Darstellung anstatt eines 8-cm-Schirmes ein Oszilloskop mit 7 cm Y-Ablenkung zur Verfügung, so ist R 12 von 2,7 k Ω auf 1,8 k Ω zu ändern.

Mit Hilfe des Schalters S 2 kann auf 8-Kanal-Betrieb umgeschaltet werden, indem der 4-Bit-Binärlzähler (IC 4) beim Zählerstand 8 zurückgesetzt wird. In diesem Modus erfolgt die optimale Bildschirmdarstellung jetzt im 0,1 V/cm-Bereich.

Mit Hilfe des Potis R 18 (Position) kann jeder der bis zu 16 abgebildeten Kanäle bis in die Mitte des Bildschirmes gerückt und zwecks genauere Betrachtung des einzelnen Kanals jetzt die Y-Ablenkung am Oszilloskop heruntergeschaltet werden. Dies ist besonders im Single-Mode interessant, auf den mit S 1 umgeschaltet und wo mit Hilfe des Tasters TA 1 jeder Kanal der Reihe nach angewählt werden kann.

Das an der Basis des Transistors T 2 liegende Summensignal steht am Emitter dieses Transistors niederohmig zur Verfügung und wird über die Buchse BU 2 zum

Y-Eingang des Oszilloskops geführt. Die Kondensatoren C 12 - C 15 sorgen in der Verstärkerstufe für eine optimale HF-Abblockung.

Das Netzteil

Die vom 12 V/ 300 mA-Steckernetzteil gelieferte ungestabilisierte Versorgungsspannung wird über BU 1 sowie die Verpolungsschutzdiode D 1 auf die Eingänge der beiden Festspannungsregler IC 1 und IC 2 geführt, wo der Pufferelko C 1 eine erste Glättung vornimmt. Da die Schaltung des Scope-Multiplexers neben der positiven auch eine negative Versorgungsspannung benötigt, fungiert der Ausgang des + 5 V-Spannungsreglers als Schaltungsmasse. Voraussetzung für die Funktion dieser Schaltung ist jedoch, daß der 5 V-Spannungsregler grundsätzlich stärker als der 10 V-Spannungsregler belastet wird, denn er kann als Positiv-Regler natürlich keine in seinen Ausgang hineinfließenden Ströme verarbeiten. Daher wurde der zusätzliche Lastwiderstand R 31 eingefügt, über den, zusammen mit dem externen 5V-Verbraucher, jeweils der gesamte Strom von IC 1 abfließen muß, ergänzt von IC 2 zu einem Spannungsabfall von stets 5,0 V.

Die Betriebsbereitschaft des Gerätes signalisiert die über R 20 gespeiste LED D 3. Die Kondensatoren C 2 bis C 7 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung und zur allgemeinen Stabilisierung der Versorgungsspannung.

Zum Nachbau

Es ist erstaunlich, wie klein und überschaubar eine so leistungsfähige Schaltung wie das SMP 16 realisiert werden kann. Der Nachbau bereitet auch für Ungeübte keine Probleme.

Zunächst werden gemäß Bestückungsaufdruck und Stückliste die beiden Leiterplatten aufgebaut, wobei mit den insgesamt 18 Drahtbrücken begonnen werden sollte (sie sind ein Zugeständnis an die wirtschaftlich sehr angenehme Tatsache, daß beide Platinen einlagig konzipiert werden konnten). Danach folgen, fast durchweg stehend, die Widerstände und dann die sonstigen Bauelemente. Dabei soll T 1 so tief wie möglich eingelötet werden, der Widerstand R 16 mit knapp abgewinkeltem oberem Anschlußdraht ebenso, denn hier verläuft später die Achse vom Poti R 17. Aus diesem Grunde kürzt man auch ST 3 und ST 4 um etwa 3 mm.

Die LED (D 3) wird zunächst nicht bestückt. Sämtliche Bauteildrähte unterhalb der Basisplatine sind auf maximal 2 mm Länge abzukneifen.

Zur Montage der beiden Schiebeschalter werden zunächst je 3 Lötstifte eingelötet und auf 3 mm Länge abgekneifen. Längs

vor diese Stifte bringt man dann die Schalter, so daß deren Beinchen auf den Krägen aufliegen, und lötet sie an. Dabei sollen die beiden zum oberen Platinenrand hin liegenden Lötstifte, von dort aus gesehen, jeweils sichtbar bleiben.

Sind beide Platinen komplett bestückt und nochmals sorgsam sämtliche Bauteile und Lötstellen kontrolliert, wird nun die Schalterplatine rechtwinklig an die Basisplatine gelötet, wobei auf der Unterseite ein Überstand von genau 2 mm gleichmäßig einzuhalten ist.

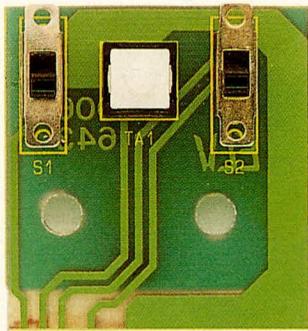
Von der 1 m langen, 10adrigen Flachbandleitung wird die äußerste, neben der schwarzen Leitung liegende Ader als überflüssig abgetrennt, die Leitung dann halbiert und ein Ende jeweils 10 - 15 cm weit in die Einzeladern aufgespalten. Die Enden sind kurz abzuisolieren und mit den Abgreifklemmen zu versehen, wobei die eine Flachbandleitung rote, die andere weiße Klemmen erhält; lediglich die schwarze Ader wird in beiden Fällen mit einer schwarzen Klemme bestückt (vor dem Anlöten das Auffädeln der Oberteile auf die Leitungen nicht vergessen!).

Die beiden so vorbereiteten Leitungen werden längs (!) geknickt, übereinandergelegt und von außen durch die Rückwand des Gerätegehäuses gezogen, wo zuvor eine entsprechende Durchführungsstelle eingesetzt wurde. 8 cm vor Ende der so aufeinanderliegenden Leitungen wird als Zugentlastung ein Kabelbinder möglichst stramm montiert. Gemäß Schaltbild lötet man die Kabel dann an ST 5 bis ST 20 sowie, mit etwas längeren Adern, an ST 21 und ST 22 (schwarze Adern). Entsprechend der Anschluß-Reihenfolge an ST 5 bis ST 20 sollten auch die Abgreifklemmen, z. B. mittels wasserunlöslichen Filzstifts, von 1 bis 16 durchnummeriert werden.

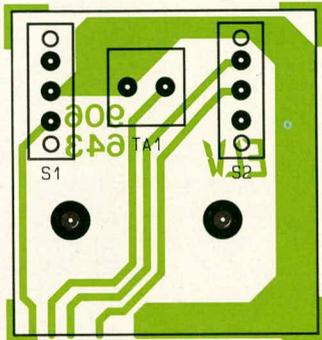
Zwei 6 cm lange Stücke der abgetrennten Einzelader werden nun mit der LED verbunden (Anschlüsse zuvor auf etwa 10 mm kürzen) und mit der anderen Seite in die zugehörigen Bohrungen der Basisplatine eingelötet. Richtige Polung liegt dann vor, wenn die abgeflachte Seite des LED-Gehäuses bei gerade nach oben geführten Leitungen zur hinteren Platinenkante weist.

Nun lötet man an ST 1, ST 2 ein 10 cm langes Stück abgeschirmter Leitung, an ST 3 und ST 4 ein solches von 18 cm Länge, wobei die Abschirmung an ST 2 bzw. ST 4 gehört. Die längere Leitung wird durch das rechte Loch der Schalterplatine geführt, die kürzere entsprechend durch das linke (die hierdurch zustandekommende Überkreuzung erlaubt später das einfache Zurückschieben der Leitungen ins Geräte-Innere).

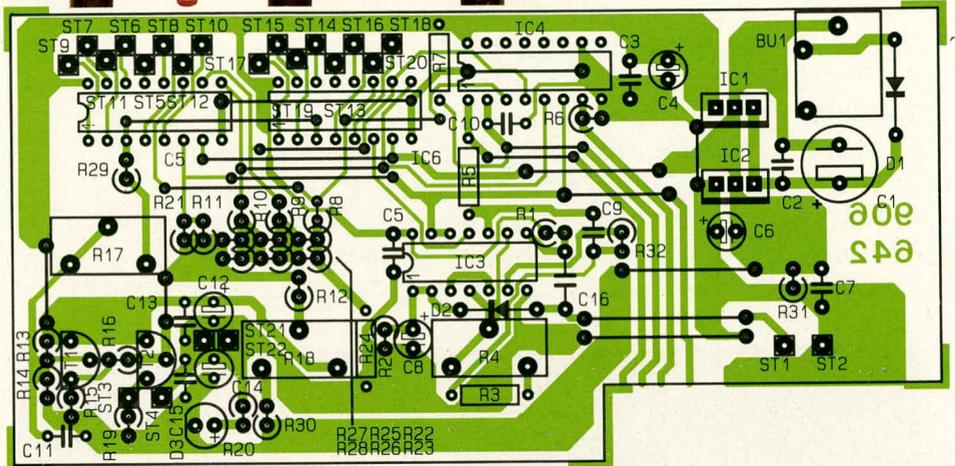
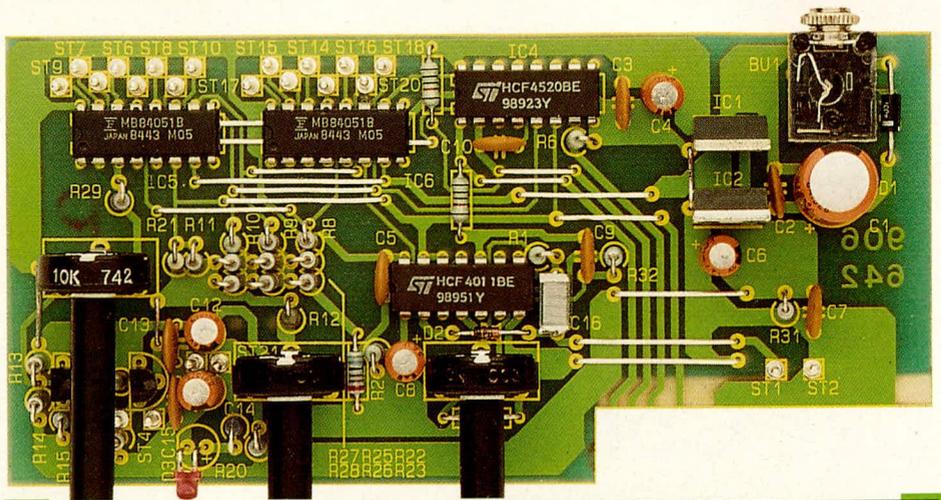
Die beiden BNC-Buchsen werden in die Frontplatte des Gerätes eingesetzt und, unter Zwischenlage jeweils einer Lötöse, fest verschraubt. Dann werden die beiden abge-



Fertig bestückte Platinen des ELV-Scope-Multiplexers SMP 16. Die Schalterplatine wird hochkant an die Basisplatine gelötet.



Bestückungspläne des SMP 16. Die Beschriftung eines Teils der sehr dicht liegenden Widerstände des R2R-Netzwerks ist zum vorderen Platinenende „ausgelagert“.



Stückliste: ELV-Scope-Multiplexer SMP 16

Widerstände

100Ω	.....	R 31
270Ω	.....	R 20
470Ω	.....	R 15, R 19, R 30
2,7kΩ	.....	R 12, R 16
4,7kΩ	.....	R 13, R 14
5,6kΩ	.....	R 8-R 11, R 22- R 28
6,8kΩ	.....	R 3
10kΩ	.....	R 5-R 7
22kΩ	.....	R 29
56kΩ	.....	R 32
82kΩ	.....	R 21
100kΩ	.....	R 1, R 2
Trimmer, PT15, stehend,		
1kΩ	.....	R 18
Trimmer, PT15, stehend,		
50kΩ	.....	R 17
Trimmer, PT15, stehend,		
500kΩ	.....	R 4

Kondensatoren

10pF	.....	C 11
100pF	.....	C 9
100nF	.....	C 16
100nF/ker	.....	C 2, C 3, C 5,
		C 7, C 10, C 13, C 15
1µF/16V	.....	C 8
10µF/16V	.....	C 4, C 6, C 12, C 14
470µF/25V	.....	C 1

Halbleiter

74HC4051	.....	IC 5, IC 6
CD4011 (SGS)	.....	IC 3
CD4520 (SGS)	.....	IC 4
7805	.....	IC 2
7810	.....	IC 1
BC548	.....	T 1, T 2
1N4001	.....	D 1
1N4148	.....	D 2
LED, 3mm, rot	.....	D 3

Sonstiges

Klinkenbuchse, 3,5mm,		
mono, print	.....	BU 1
BNC-Buchse, Einbau	....	BU 2, BU 3
Schiebeschalter, 1 x, um,		
print	.....	S 1, S 2
Taster, print	.....	TA 1
28 Lötstifte 1,3 mm		
100 cm Flachbandleitung, 10polig		
8 Miniatur-Abgreifklemmen, weiß		
8 Miniatur-Abgreifklemmen, rot		
2 Miniatur-Abgreifklemmen, schwarz		
40 cm Schaltdraht, blank, versilbert		
28 cm abgeschirmte Leitung, 1adrig		
3 Poti-Drehachsen, 6 mm		
3 Spannzangen-Drehknöpfe, 14 mm		
1 Kabelbinder		
1 Durchführungsstülle		

schirmten Leitungen angelötet, wobei die Abschirmungen jeweils an die Lötösen gehören (kurze Lötzeiten beachten!). Die Muttern sollten nach völligem Erkalten der Buchsen sicherheitshalber nochmals nachgezogen werden.

Nun kann ein erster Funktionstest der Schaltung erfolgen, an den sich der Gehäuse-Endeinbau anschließt. Die Basisplatine wird dazu, unter entsprechendem Zurückziehen der Eingangs-Flachbandleitungen, in die untere Nut des micro-line-Gehäuses eingeschoben, bis sich der Schraubkragen der Versorgungs-Klinkenbuchse in der zugehörigen Heck-Bohrung befindet und mittels der Rändelmutter verschraubt werden kann.

Die LED wird in die zugehörige Frontplattenbohrung eingesetzt und durch Klebstoff fixiert, danach die Frontplatte an der angrenzenden Schmalseite ins Gehäuse eingesetzt und über die Gehäusemitte hinaus langsam immer weiter eingedrückt, bis sie formschlüssig einrastet. Die beiden Leitungen der BNC-Buchsen weichen dabei, durch die zugehörigen Bohrungen der Schalterplatine, ins Geräte-Innere zurück.

Nun werden noch die 3 Poti-Achsen eingesteckt, bedarfsgerecht gekürzt und mit den Drehknöpfen versehen, und damit steht der Anwendung dieses ausgesprochen nützlichen Oszilloskop-Vorschaltgerätes nichts mehr im Wege.

ELV